

PROYECTO REGIONAL IICA/PROMECAFE
Año 2006-2008

INFORME

**VALIDACION DEL MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA DEL CAFÉ
CON TRES COMPONENTES, EN CAFETALES DE HONDURAS, EI SALVADOR,
REPUBLICA DOMINICANA y JAMAICA**

Participantes:

**IHCAFE (Honduras),
PROCAFE (El Salvador),
CODOCAFE (República Dominicana),
CIB (Jamaica)**

Documento preparado por Bernard Dufour
San Salvador, julio de 2008

RESUMEN

El proyecto regional de validación del manejo integrado de la broca del café (MIB) diseñado con tres componentes, dirigido por el IICA-PROMECAFE, se realizó en cuatro países con la colaboración de PROCAFE (El Salvador), del IHCAFE (Honduras), de CODOCAFE (República Dominicana) y del CIB (Jamaica). A partir de un protocolo común, se establecieron parcelas de validación con el propósito de evaluar la eficacia del método que consiste en aplicar adecuadamente tres componentes de control: el trapeo, la repela y el control agronómico. En realidad se aplicaron solamente los dos primeros. El tercer componente no se aplicó o se aplicó parcialmente por falta de personal disponible al momento adecuado. En el Salvador, se obtuvieron los resultados esperados, es decir un 70% de eficacia o sea 20% menos que los resultados anteriores que se refieren a una investigación sobre el MIB con tres componentes. En los otros países los resultados fueron afectados principalmente por el manejo incompleto de la repela y también interferencias entre el desarrollo del proyecto y las actividades propias de las fincas. Para lograr una validación completa y segura, se recomienda seguir con una nueva prueba tomando en cuenta las dificultades de este primer intento.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es una primera tentativa de establecimiento de una red de ensayos de Manejo Integrado de la Broca, con el apoyo del IICA/PROMECAFE. Cada Instituto participante (PROCAFE, IHCAFE, COFFEE BOARD Y CODOCAFE) aceptó invertir en recursos humanos, tiempo y material para llevar a cabo un ensayo de validación del MIB, sabiendo que los primeros resultados obtenidos sobre este tema, en El Salvador, fueron exitosos.

Para mí, fue un placer trabajar con todos los colegas encargados de la experimentación en broca. Les agradezco por haberme atendido con cortesía cada vez que tuve que viajar para apoyar los ensayos. También puedo afirmar que he disfrutado estos intercambios y aprendido mucho sobre la caficultura de cada país.

Espero que en el futuro, podamos seguir el trabajo iniciado en forma de red regional, afinando la metodología y buscando financiamiento para facilitar el desarrollo de los ensayos, especialmente con la contratación de personal.

1. CONTEXTO GENERAL

Con la caída de los precios que ha sufrido la caficultura estos últimos años en todos los países productores de café de la zona centroamericana y caribeña, se ha observado una disminución general de las actividades de control de la broca. Las consecuencias a nivel del cultivo, se manifestaron por un fuerte aumento de las infestaciones de la plaga. En El Salvador, la alerta se dio en junio de 2003 y un programa de emergencia fue elaborado por PROCAFE apoyado por el ministerio de agricultura, con el fin de proteger la cosecha amenazada por la broca. A esta altura, la única protección disponible era la aplicación de insecticida.

El control de la broca todavía es dependiente del endosulfan. Es un producto utilizado desde hace muchos años a pesar de los peligros que presenta: contaminación ambiental, intoxicación humana y animal, destrucción de fauna útil y riesgos de resistencia. Por otro lado, las nuevas normas sanitarias de los países consumidores ponen ahora el control químico en dificultad ya que no autorizan la presencia de residuos de insecticidas en los café importados.

De cualquier forma que sea, es tiempo de encontrar nuevas alternativas de control que sean satisfactorias tanto para los productores como los consumidores de café. En los años 90, el control biológico con parasitoides se ha desarrollado a raíz de numerosos estudios. Sin embargo, esta técnica no se puede aplicar de manera generalizada, por su alto costo de producción y las bajas cantidades producidas. También el control con el hongo *Beauveria bassiana* se ha implementado de manera artesanal y semi-industrial en varios países, pero falta todavía determinar la verdadera eficacia de este entomopatógeno sobre las infestaciones de broca.

Actualmente, el manejo integrado de la broca (MIB) es el control más promisorio ya que presenta una mejor flexibilidad en cuanto a la aplicación de sus componentes, elegidos en función de los recursos existentes en cada finca.

2. CONTEXTO CIENTIFICO

Las poblaciones de broca que sobreviven en los frutos residuales de post cosecha constituyen el principal inoculo que asegura la perennidad del ciclo anual de la plaga. La humedad generada por las lluvias esporádicas de la época seca, combinada con temperaturas altas, provoca su emergencia y su migración (Baker *et al.*, 1992; Dufour *et al.*, 2000). Si no encuentra frutos apetecibles sobre las ramas, la broca no tiene otro remedio que esperar que crezca la nueva fructificación. Durante este periodo de espera, una gran cantidad de broca no logra sobrevivir. Sin embargo, una parte se refugia en los frutos residuales todavía presentes sobre los cafetos, aumentando de manera exagerada la población en los frutos. Cuando los frutos de la nueva generación tienen la consistencia adecuada, la broca sobreviviente presente en los frutos del suelo y de la planta, entra en un proceso de colonización.

Tal como lo sugieren los resultados de investigación obtenidos en El Salvador por el periodo 2004-2006 (Dufour *et al.*, 2007), se puede aplicar un número reducido de componentes para cortar el ciclo de la broca o por lo menos reducir paso a paso y

de manera significativa, las cantidades de broca residual. Estos componentes son los siguientes:

El control agronómico: la poda de los cafetos y de los árboles de sombra así como la limpieza de las parcelas, son tres actividades que entran en el proceso normal de mantenimiento de las plantaciones de café, cada año. En realidad, favorecen el efecto del sol sobre el secamiento de los frutos residuales, especialmente los del suelo. Así, más drásticas se hacen las podas y el ordenamiento del cafetal, más rápido se secan los frutos y menos se desarrolla la broca.

Por ser parte del manejo normal de la finca, estas actividades no se incluyen en el costo del control de la broca

La repela: es una actividad clave del MIB porque elimina los frutos residuales que quedaron sobre los cafetos después de la cosecha. Estos frutos tienen un doble papel en el ciclo de la broca: es un reservorio de broca colonizadora tal como lo son los frutos del suelo y también sirven de refugio temporal a la broca emergida que no ha encontrado hospedero.

Esta actividad tiene un costo bastante bajo (mano de obra) ya que se realiza con rapidez. Por otro lado, si esta actividad se inicia poco después de la cosecha, muchos de estos frutos todavía no son brocados y tienen entonces un valor comercial. A veces, el precio de la venta de los frutos de repela, cubre el costo de la repela.

El trampeo: es una técnica que permite capturar la broca que emerge de los frutos residuales, especialmente los frutos del suelo. Su efectividad ha sido demostrada (Dufour *et al.* 2004) pero se espera aun más efectividad en el marco del MIB.

El trampeo tiene un costo por la compra de las trampas y de los difusores. La fabricación artesanal de las trampas, permite reducir la inversión. Pero estas trampas tienen una menor duración de vida que las trampas comerciales.

La pepena: es una actividad considerada aquí como opcional ya que el trampeo tiene el mismo papel. ¿Por qué dar preferencia al trampeo y no a la pepena? Porque la pepena requiere mucha mano de obra, la cual es cada año más difícil de encontrar; también es una actividad que requiere tiempo y por eso, sale costosa a pesar del retorno financiero debido a la venta del café de pepena; por otro lado, siempre queda café residual después de la pepena, a veces más del 50% de la cantidad inicial.

3. OBJETIVO

Este proyecto de validación, tiene como objetivo evaluar en cuatro países de la región, la efectividad del MIB utilizando tres componentes complementarios aplicados adecuadamente en cafetales bajo sombra, en función de las condiciones agro-ecológicas de los sitios experimentales escogidos: el control agronómico, el trampeo y la repela. Se espera lograr un nivel de control similar o mayor a lo del control químico, con un costo económicamente aceptable. En este proyecto, el

manejo de la broca en plantaciones a pleno sol no está contemplado ya que existe poca información al respecto.

4. METODOLOGÍA

4.1. UBICACIÓN DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES

El Salvador: Finca La Esmeralda, Municipalidad de Antiguo Cuscatlán, Departamento de la Libertad – a 5 km de las Oficinas Centrales y Laboratorios de PROCAFE.

Honduras: Finca del Señor Francis Gómez, Municipalidad de Peña Blanca, Departamento de Cortés – a 10 km del Centro Tecnológico de la Fe (IHCAFE).

Jamaica: Finca Baron Hall Estates, Región de Cave Valley/St Ann – a 90 km del CIB en Kingston.

Republica Dominicana: Finca del Centro Tecnológico de la Cumbre, Provincia de Santiago.

4.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS SITIOS

4.2.1. Clima:

Los principales datos del clima (precipitaciones y temperatura) del año 2007 para cada zona experimental fueron proporcionados por los servicios meteorológicos locales o por la finca.

4.2.2. Caracterización de las fincas y descripción de los sitios experimentales:

La estructura agraria y el sistema de producción de cada finca son definidos en los cuadros 1, 2, 3 y 4, así que la situación geográfica, las condiciones físicas, agronómicas de las parcelas y el tipo de manejo.

Cuadro 1: Caracterización de la finca “La Esmeralda” (El Salvador) y descripción del sitio experimental

Factores	Valor - Unidad
Estructura agraria	
Tipo	Empresa privada
Tamaño	Con tres socios – 60 personas permanentes
Material	Oficina central + finca, beneficio, bodegas
Sistema de producción	
Área sembrada con café	200 ha
Rendimiento	800 kg café oro/ha
Producto final	café oro
Nivel de tecnificación	Semi-tecnificado
Condiciones físicas del sitio experimental	
Localización geográfica	Latitud: 13° 40' 23" norte, longitud: 89° 14' 27"
Altitud	900 m snm
Topografía	Área plana con pendientes suaves
Exposición	Uniforme
Tipo de suelo	Arcilloso arenoso
Condiciones agronómicas	
Variedad del cafeto	Bourbon
Altura del cafeto	2.5 m
Edad	30 años
Densidad	3570 plantas/ha
Árboles de sombra	Inga sp.
Cantidad de sombra	40-60%
Fenología y manejo	
Cosecha (corte)	Del 9/11/2006 hasta 4/2/2008
Floraciones del año	Abril (99%), mayo (1%)
Poda del cafeto	Poda apreciativa
Poda de sombra	Poda moderada (cada 2 años)
Fertilización	Formula NPK (4 onzas/planta)
Control de malezas	Control manual (2 veces) químico (1 vez)
Control de plagas	Control químico para nematodos y roya
Nivel de infestación de broca en el año anterior y método de control	
Tasa de ataque	Hasta más del 13%
Método de control	No hay control formal
Componentes	Pepena, repela
Realización	Libre recolección

Cuadro 2: Caracterización de la finca “Francis Gómez” (Honduras) y descripción del sitio experimental

Factores	Valor - Unidad
Estructura agraria	
Tipo	Productor independiente
Tamaño	12 personas permanentes
Material	Oficina en la finca, beneficio, bodega, vehículos
Sistema de producción	
Área sembrada con café	20 ha
Rendimiento	660 kg café oro/ha
Producto final	café oro
Nivel de tecnificación	Tecnificado
Condiciones físicas del sitio experimental	
Localización geográfica	Latitud norte = 14°45' 00" y 14° 57' 00" Longitud oeste = 87°53' 00" y 88° 07' 00"
Altitud	637 m snm
Topografía	Área plana
Exposición	Uniforme
Tipo de suelo	Sedimentos aluviales, textura de fino a franco limosa con buena capacidad de retención de agua
Condiciones agronómicas	
Variedad del cafeto	Bourbon y Catuai
Altura del cafeto	2,4 m
Edad	7 años
Densidad	4260 plantas/ha
Árboles de sombra	Maderables: caoba, cedro, laurel etc.
Cantidad de sombra	50%
Fenología y manejo	
Cosecha (corte)	Del 15 de octubre al 15 de febrero
Floraciones del año	noviembre (floración loca), enero, marzo, mayo
Poda del cafeto	No hay poda intermediaria a los 5 años de recepa
Poda de sombra	No hay poda ya que la sombra no es permanente (se caen las hojas)
Fertilización	Antes: fertilización química; Ahora: fertilización orgánica + complemento químico
Control de malezas	Químico: 3 veces/año
Control de plagas	Solamente control químico de broca: 1 vez/año
Nivel de infestación de broca en el año anterior y método de control	
Tasa de ataque	Hasta más de 10%
Método de control	Químico
Componentes	Ninguno
Realización	Aplicación en junio

**Cuadro 3: Caracterización de la finca “Baron Hall” (Jamaica)
y descripción del sitio experimental**

Factores	Valor - Unidad
Estructura agraria	
Tipo	Empresa privada
Tamaño	120 permanentes, hasta 400 personas durante la cosecha
Material	Beneficiado, vehículos, oficina, bodegas
Sistema de producción	
Área sembrada con café	129 ha
Rendimiento	370 kg café oro/ha
Producto final	Café oro
Nivel de tecnificación	Semi-tecnificado
Condiciones físicas del sitio experimental	
Localización geográfica	Latitud = 18°129.975” Longitud = 77°22.616”
Altitud	565 m snm
Topografía	Área plana
Exposición	Uniforme
Tipo de suelo	Mantillo arcilla
Condiciones agronómicas	
Variedad del cafeto	Típica
Altura del cafeto	2.5 m
Edad	15 años
Densidad	1600 plantas/ha
Árboles de sombra	<i>Inga vera</i> spp.
Cantidad de sombra	40-50%
Fenología y manejo	
Cosecha (corte)	Septiembre-febrero
Floraciones del año	2% enero, 30% febrero, 60% marzo, 8% mayo
Poda del cafeto	Poda apreciativa o descope en enero y febrero
Poda de sombra	Poda moderada en Enero
Fertilización	N-P-K más micro nutrientes, 3 veces al año
Control de malezas	2/año químico y 2/año manual
Control de otras plagas	Ninguno
Nivel de infestación de broca en el año anterior y método de control	
Tasa de ataque	Hasta 7.5 %
Método de control	MIB con químico
Componentes	Pepena y repela, trampeo, 1 aplicación químico
Realización	Cosecha sanitaria y trampeo en febrero Control químico de abril a mayo

Cuadro 4: Caracterización de la finca “La Cumbre” (Republica Dominicana) y descripción del sitio experimental

Factores	Valor - Unidad
Estructura agraria	
Tipo	Empresa privada (Codocafe)
Tamaño	4 personas permanentes
Material	Oficina, bodega, despulpadoras, demalezadoras
Sistema de producción	
Área sembrada con café	25 ha
Rendimiento	130 kg pergamino/ha
Producto final	Café pergamino
Nivel de tecnificación	Semi-tecnificado
Condiciones físicas del sitio experimental	
Localización geográfica	Latitud = 19° 32' 5" Longitud = 70° 37' 15"
Altitud	720 - 790 m snm
Topografía	Área con pendientes
Exposición	Variable
Tipo de suelo	Arcilloso
Condiciones agronómicas	
Variedad del cafeto	Caturra
Altura del cafeto	2.00 m
Edad	Hasta 25años
Densidad	5000 plantas/ha
Árboles de sombra	Inga sp.
Cantidad de sombra	30-60%
Fenología y manejo	
Cosecha (corte)	Septiembre-diciembre
Floraciones del año	40% marzo, 45% abril, 15% mayo
Poda del cafeto	Poda apreciativa en marzo
Poda de sombra	Poda moderada
Fertilización	Orgánica y química (14-7-14) más Mg y micro-nutrientes
Control de malezas	Control manual
Control de plagas	Ninguno
Nivel de infestación de broca en el año anterior y método de control	
Tasa de ataque	De 3 a 12%
Método de control	MIB
Componentes	Pepena y repela, trampeo
Realización	Según calendario de actividades

4.3. CONDICIONES EXPERIMENTALES

✚ Diseño

Es un diseño en bloques que toma en cuenta el comportamiento de la broca porque todo desplazamiento del insecto estudiado puede afectar los resultados. Cada bloque tiene dos tratamientos: T0 = Testigo o manejo normal de las parcelas sin trampeo y sin repela; T1 = MIB con manejo agronómico, repela y trampeo. El número de bloques o repeticiones es de 6, en las fincas “Francis Gómez” y “La Cumbre”, de 5 en “Baron Hall” y 4 en “La Esmeralda”. Los bloques son distribuidos en un área bien delimitada y bastante homogénea en cuanto a altura, topografía, condiciones agronómicas y rendimiento de cosecha para reducir las fuentes de variación (Fig. 1, 2, 3, y 4).

✚ Parcelas

El tamaño de las parcelas ha sido definido a 0.5 ha. Para evitar efectos de borde, es decir la entrada de broca proveniente de fuera, las parcelas MIB son rodeadas de áreas de café protegidas con trampas (Fotos 3 y 4), lotes recepados o plantados con otros cultivos (Fotos 1 y 2). Las parcelas Testigo son aisladas (distantes de las zonas de trampeo de más de 50 m) para evitar el efecto contrario, es decir la fuga de broca de las parcelas testigo hacia la zona de trampeo (Fig. 1, 2, 3, y 4).

NB: Para mayor precisión en la evaluación de los niveles de infestación, las parcelas tienen un número similar de plantas productivas.

✚ Tratamiento 1: repela

La repela es una actividad que se realizó antes de la poda en las cuatro fincas del proyecto (febrero y marzo).

✚ **Tratamiento 2: control agronómico de la broca.** No se aplicó según el protocolo inicial y por lo tanto, se considera como tratamiento no realizado.

Los cafetos no se podaron de la misma forma ni en el mismo tiempo, en las cuatro fincas:

- En “La Esmeralda”, fue una poda apreciativa (moderada) manejada por el personal de la finca, de marzo a abril.
- En “Francis Gómez”, no hubo poda a la fecha recomendada. Este trabajo se pospuso en agosto.
- En “Baron Hall”, fue una poda apreciativa sin descope, de enero a febrero.
- En “la Cumbre”, fue una poda apreciativa en toda la finca, durante el mes de marzo.

La poda de los árboles de sombra se realizó solamente en “Baron Hall” por necesidad agronómica. En las otras fincas la cantidad de sombra era adecuada.

La limpieza de las parcelas quedó como actividad opcional para aliviar la carga de trabajo y por lo tanto no se realizó en ninguna de las cuatro fincas.

✚ Tratamiento 3: trampeo

Las trampas se instalaron de mediados de febrero hasta mediados de marzo según los países:

- En las parcelas MIB de los cuatro sitios experimentales se colocaron 9 trampas BROCAP (Foto 5). La frecuencia de revisión fue aproximadamente de 15 días con una duración total del trampeo de cuatro meses. A cada revisión, las capturas de las 9 trampas de cada parcela MIB se juntaron en un solo frasco con alcohol a 90° para su conservación
 - En las áreas de protección, se colocaron trampas artesanales con la misma densidad. La frecuencia de revisión fue menor (de 20 a 25 días) y la broca recolectada fue eliminada.
- Como atrayente se utilizó una mezcla 30:70 de etanol absoluto y metanol puro con un colorante neutro. La difusión óptima fue de 0.20 g/día aproximadamente.
- El recuento de broca capturada se hizo al ojo por cantidades menores de 1000 insectos. Arriba de 1000 insectos se evaluó el volumen con probetas de 10 o 25 ml.

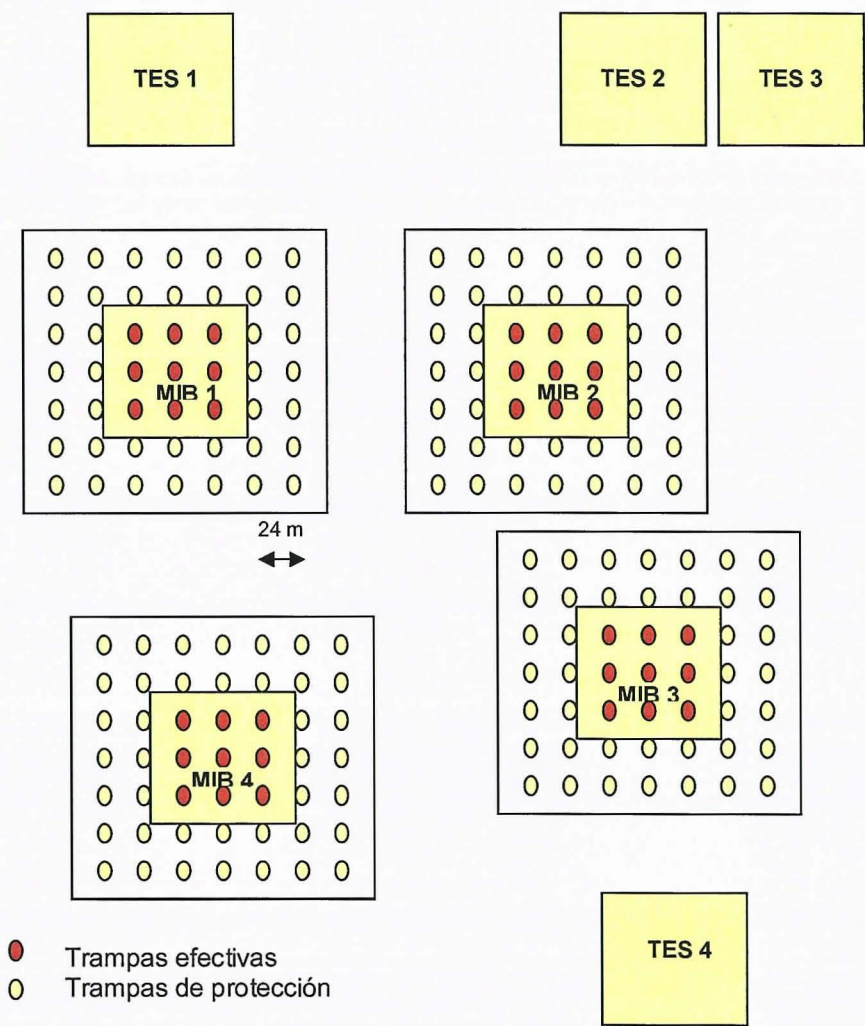


Fig. 1: Sitio experimental de la finca “La Esmeralda” y ubicación de las trampas



Fotos 1 y 2: Parcelas experimentales de "Francis Gómez" bordadas con áreas recepadas o plantadas de flores

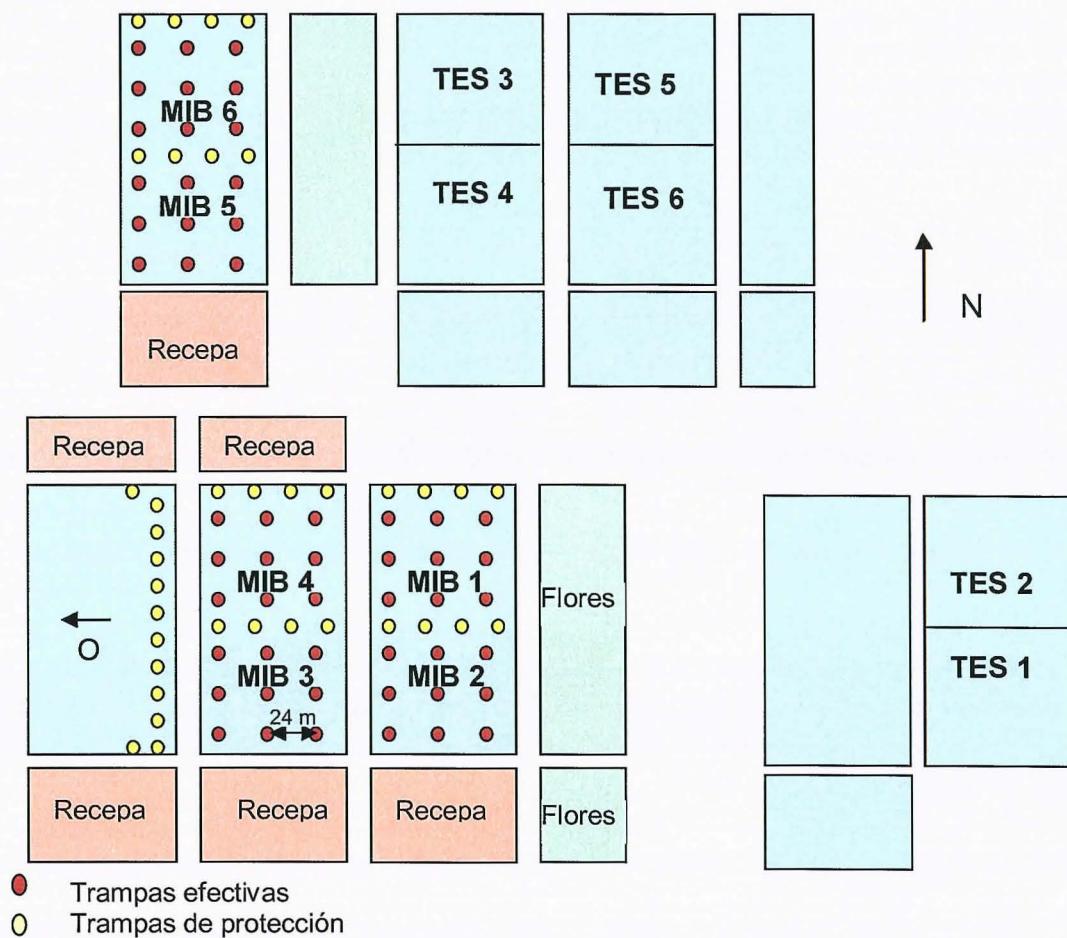


Fig. 2: Sitio experimental de la finca "Francis Gómez" y ubicación de las trampas



Fotos 3 y 4: Parcela experimental de "Baron Hall" con área de protección con trampas

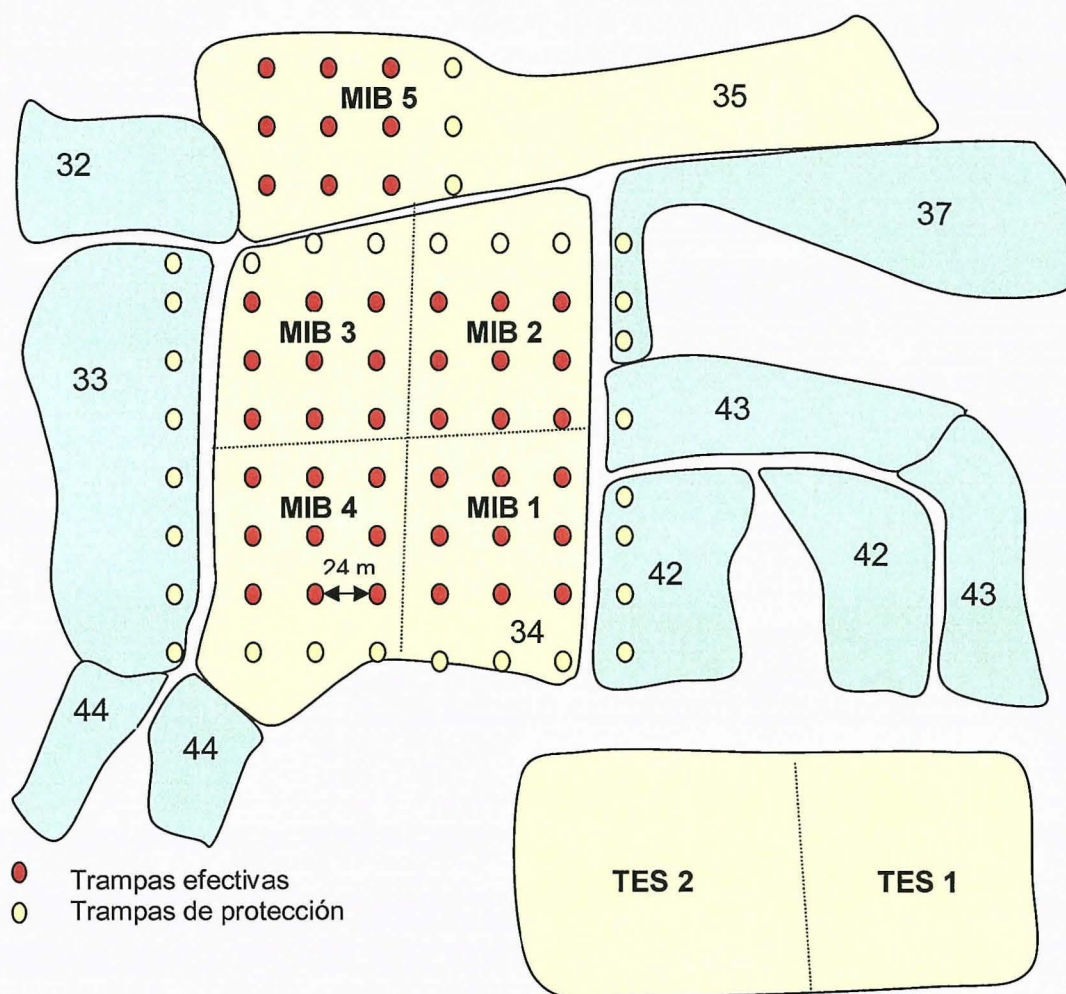


Fig. 3: Sitio experimental de la finca "Baron Hall" y ubicación de las trampas



Fig. 4: Sitio experimental de la finca "La Cumbre"



Foto 5: Colocación de trampas en las parcelas experimentales

✚ Muestreos

La distribución espacial de la broca es de tipo agregativo. En este sentido, es difícil evaluar las cantidades de frutos brocados de manera correcta, tanto a nivel de la plantación como a nivel de la planta, si no se toma en cuenta la forma de recolectar las muestras y el tamaño de muestra (Rémond *et al.*, 1993; Rémond *et al.*, 1995). El muestreo sistemático, normal o en tresbolillo, es lo más exacto para la selección de los cafetos (Rémond, 1996). Por otro lado, el muestreo exhaustivo proporciona la precisión absoluta para la evaluación de frutos brocados, a nivel de la planta.

El tamaño mínimo de muestra (plantas) se calcula con la relación elaborada por Rémond (1996). Los resultados de este cálculo se presentan en el cuadro 5. Así, el número mínimo de plantas por cada muestreo sistemático realizado en los diferentes sitios experimentales fue de:

- 20 plantas por parcela en “La Esmeralda”. Sin embargo se trabajó con 24.
- 21 plantas por parcela en “Francis Gómez”. Se trabajó con 12 y luego 24.
- 16 plantas por parcelas en “Baron Hall”. Se trabajó con un número variables de plantas (de 11 hasta 26).
- 22 plantas por parcela en “La Cumbre”. Se trabajó con 24.

Número de plantas por parcela (n)	450 ≤<550	550 ≤<700	700 ≤<900	900 ≤<1100	1100 ≤<1300	1300 ≤<1550	1550 ≤<1850
Tamaño mínimo de muestra (n min)	14	15	16	17	18	19	20
Número de plantas por parcela (n)	1850 ≤<2150	2150 ≤<2550	2550 ≤<2950	2950 ≤<3400	3400 ≤<3900	3900 ≤<4400	4400 ≤<5000
Tamaño mínimo de muestra (n min)	21	22	23	24	25	26	27

Cuadro 5: Determinación del tamaño mínimo de muestra (plantas) en función del número total de plantas productivas por parcela según Rémond (1996).

▪ **La primera fase de muestreos** se realizó después de la repela y antes del trapeo para determinar los niveles de infestación (broca residual) en las parcelas MIB y Testigo y verificar la homogeneidad de los bloques. Con un muestreo sistemático se identificaron 4 surcos y 6 plantas por surco. Luego, con un muestreo exhaustivo, se contaron todos los frutos de las plantas identificadas: secos, maduros, verdes, así como los sanos y brocados. Igualmente se contaron los frutos caídos en la zona de goteo (por lo general, son casi todos secos). De esta forma se elaboró un primer parámetro de infestación: *el promedio de frutos residuales brocados por cafeto (planta y suelo)*.

En las fincas “La Esmeralda” y “La Cumbre”, se realizó un muestro al azar de frutos por parcela y luego la disección de estos frutos para poder elaborar el segundo parámetro de infestación: *población de hembras vivas por fruto y por parcela*. Para evaluar las cantidades de estadios “hembras” que generarán los estadios inmaduros, se aplicó la relación: 10 hembras por 1 macho que corresponde a al *sex ratio* de la broca (Bergamin, 1943; Baker *et al.*, 1992b).

▪ **La segunda fase de muestreos** se realizó al finalizar las migraciones de broca para determinar el nivel de infestación sobre la nueva fructificación en las parcelas “MIB” y “testigo”. Así, se seleccionó el mismo número de cafetos que lo definido en la primera fase con un muestreo sistemático. Se contó la totalidad de los frutos de la nueva generación, sanos y brocados por planta. El tercer parámetro de infestación es *el promedio de frutos brocados de la nueva generación por cafeto (planta solamente)*.

En las fincas “La Esmeralda” y “La Cumbre” se realizó un muestro al azar de frutos brocados (100 frutos por las 4 parcelas en “La Esmeralda” y 150 frutos por cada parcela en “La Cumbre”). Durante la disección, se contó el número de hembras vivas y muertas¹. De esta forma se elaboró el cuarto parámetro de infestación: *promedio de hembras colonizadoras por cafeto (promedio HC/cafeto)*.

En ninguna finca se realizó **la tercera fase de muestreos**, antes de la cosecha ya que se había detectado dificultades en la ejecución de los muestreos en la mayoría de las fincas.

¹ La broca muerta se toma en cuenta ya que puede haber sido afectada por agentes de control tales como *Beauveria bassiana*, después de la colonización de los frutos.

5. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS DE LA FINCA “LA ESMERALDA” (EL SALVADOR)

5.1.1 Características del clima

El clima de la finca “La Esmeralda” se caracteriza por un período de post-cosecha seco (enero, febrero y marzo) y un periodo lluvioso empezando con algunas lluvias en abril y mayo y lluvias mas seguidas de junio hasta octubre (Fig. 5). La distribución de la lluvia es bastante representativa de la zona tropical, con seis meses secos y seis meses lluviosos.

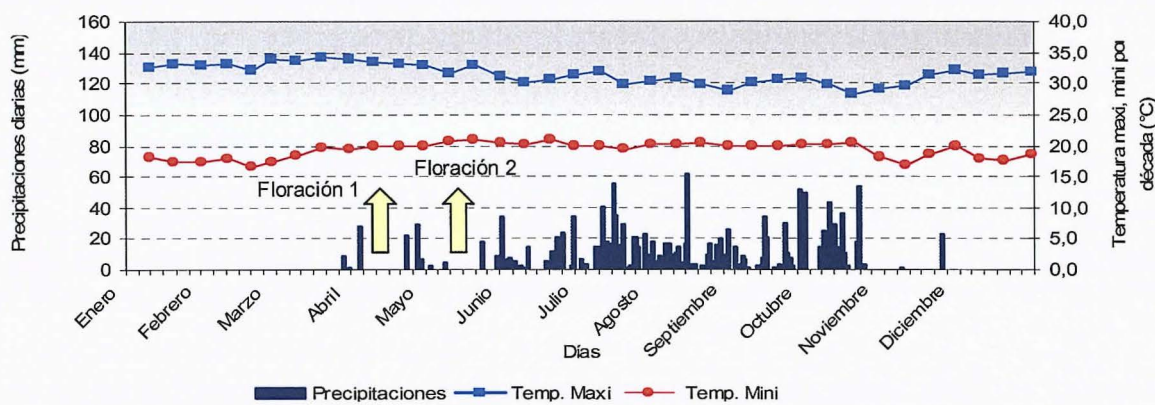


Fig. 5: Precipitaciones diarias y temperatura mínima y máxima por década en la finca “La Esmeralda” (El Salvador) y periodos de floración

5.1.2 Niveles de infestación de la broca después de la repela y antes del trampeo

De manera general, las parcelas MIB presentan un nivel de infestación menor que las parcelas Testigo ya que la repela ha permitido eliminar una gran parte de los frutos residuales (Fig. 6 y 7). En estas parcelas quedaron solamente los frutos secos del suelo.

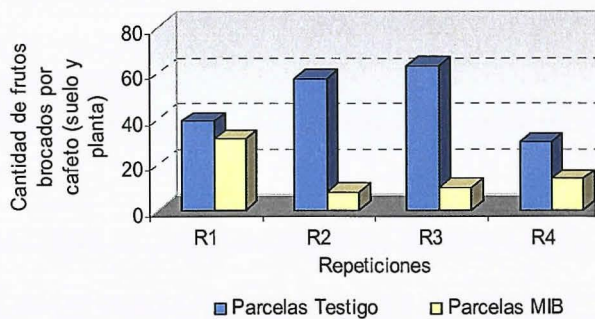


Fig. 6 Frutos residuales brocados por café, en las parcelas MIB y Testigo, después de la repela

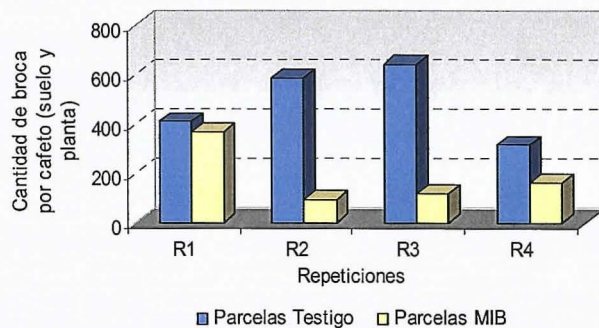


Fig. 7 Broca viva por café en las parcelas MIB y Testigo, después de la repela

5.1.3. Captura de broca en las parcelas MIB

Las trampas y especialmente los difusores funcionaron de manera normal con una tasa de difusión de 0.176 g de mezcla etanol-metanol por día.

La captura presenta un pico principal de captura que corresponde a una oleada de migración casi única (Fig. 8). Esta forma de migrar es la forma más común observada en El Salvador. Sucede especialmente después de la primera lluvia significativa (Dufour et al. 2000). El pico más elevado se observa en la repetición 1 donde se encuentra la mayor cantidad de broca residual.

Este pico ubicado a mediados de abril, está muy alejado del periodo durante el cual los frutos de la primera floración empiezan a ser apetentes (inicio de julio). Es una ventaja para el control de la broca ya que estas migraciones no pueden alcanzar la nueva fructificación.

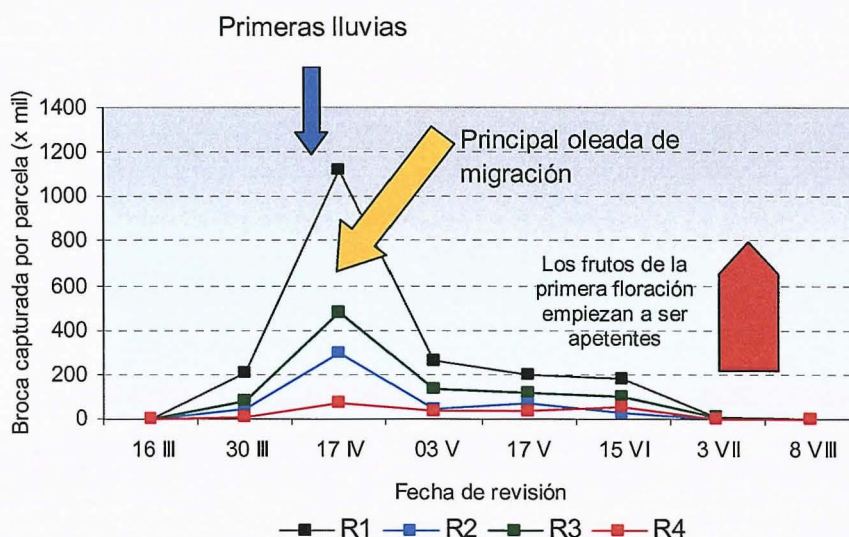


Fig. 8 Captura de broca en las cuatro parcelas MIB

5.1.4. Niveles de infestación sobre la nueva fructificación (frutos brocados) y eficacia del control

Los resultados presentados en la figura 9 indican que el control de tipo MIB asociando trampeo y repela fue efectivo en comparación con el "Testigo". Por otro lado, el análisis de varianza demuestra una diferencia altamente significativa.

No se presentan aquí los resultados sobre las cantidades de broca por planta ya que estos datos tienen la misma tendencia.

La eficacia del control en las cuatro repeticiones, expresada en porcentaje de disminución de la cantidad de frutos brocados con respecto al testigo sin trampeo y sin repela, es de: **70.05, 73.73, 74.75 y 65.07%** respectivamente. Estos resultados son aproximadamente 20% mas bajos que los obtenidos con el control MIB asociando tres componentes, trampeo, repela y ordenamiento de las parcelas (Dufour et al., 2007)

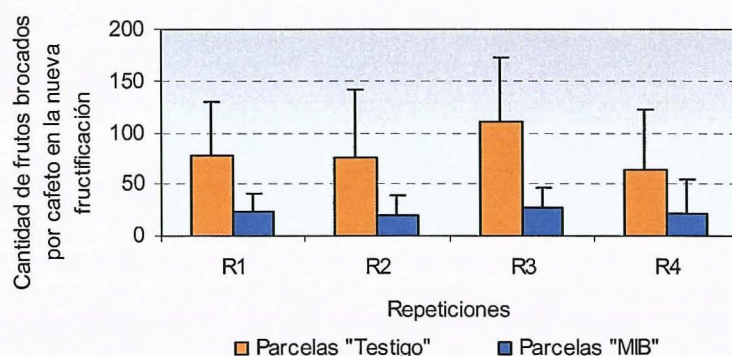


Fig. 9 Cantidad de frutos brocados por cafeto sobre la nueva fructificación, en las parcelas Testigo y MIB

5.2. RESULTADOS DE LA FINCA “FRANCIS GOMEZ” (HONDURAS)

5.2.1. Características del clima

El clima de la finca “Francis Gómez” se caracteriza por un período de post-cosecha ligeramente lluvioso (de enero hasta abril) y un periodo seco en mayo. El periodo lluvioso empieza en junio con lluvias continuas (Fig. 10). Por ser rodeada de montañas, la zona de la finca “Francis Gómez” beneficia de una mayor distribución de la lluvia en el transcurso del año

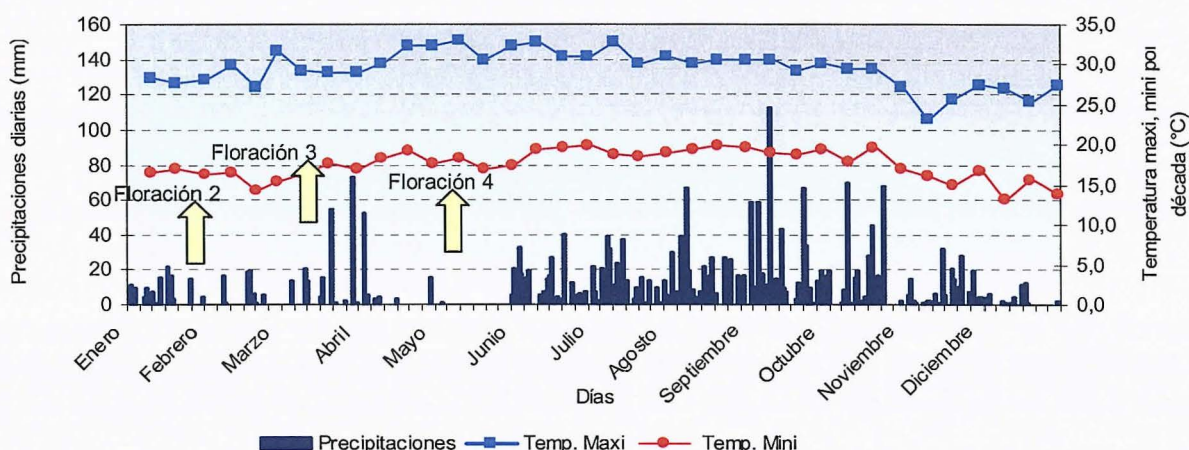


Fig. 10: Precipitaciones diarias y temperatura mínima y máxima por década en la finca “Francis Gómez” (Honduras) y periodos de floración

5.2.2. Niveles de infestación de la broca después de la repela y antes del trampeo

Los niveles de infestación se expresaron solamente a través de la cantidad de frutos brocados por cafeto. Por falta de datos, no se evaluaron la cantidad de broca viva por cafeto.

Las figuras 11 y 12 presentan una gran heterogeneidad en los niveles de infestación entre las parcelas Testigo y MIB. Este fenómeno inhabitual puede ser relacionado con errores de muestreo. Por otro lado, quedaron grandes cantidades de frutos residuales sobre las ramas de las parcelas MIB, lo que indica que la repela no fue estricta.

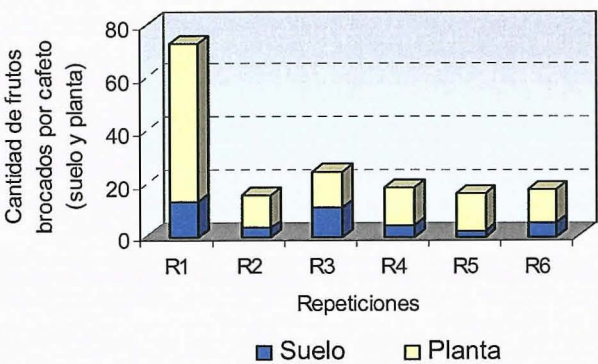


Fig. 11 Frutos residuales brocados por cafeto, en las parcelas Testigo

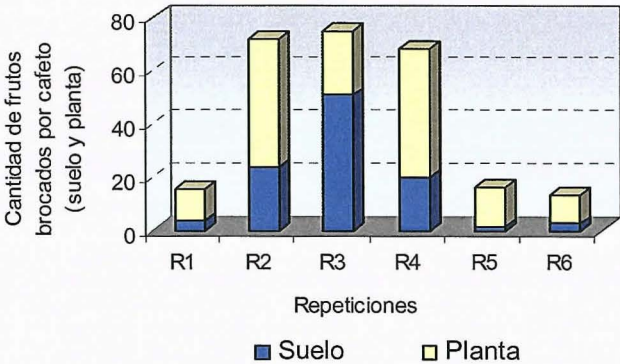


Fig. 12 Frutos residuales brocados por cafeto, en las parcelas MIB, después de la repela

5.2.3. Captura de broca en las parcelas MIB

No se consiguieron los datos de captura.

5.2.4. Niveles de infestación sobre la nueva fructificación y eficacia del control

Los resultados presentados en la figura 14 indican que el control de tipo MIB asociando trampeo y repela, no fue efectivo en comparación con el Testigo. Por otro lado, el análisis de varianza no demuestra diferencia significativa. Por la poca diferencia entre Testigo y MIB no se calculó la eficacia del control.

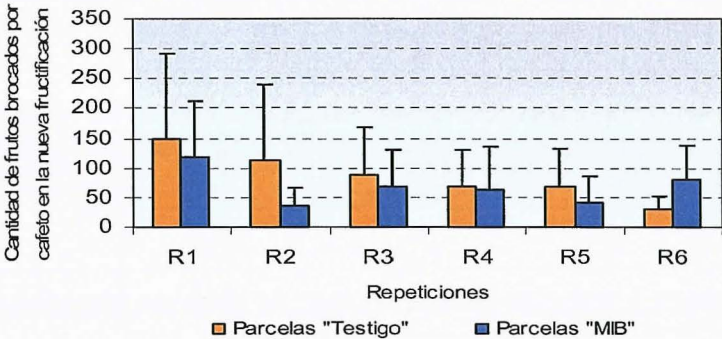


Fig. 14 Cantidad de frutos brocados por cafeto sobre la nueva fructificación, en las parcelas Testigo y MIB

5.2.5. Estudio de correlación entre cantidad de frutos residuales no repelados y nivel de infestación

Para explicar el exceso de infestación de broca en las parcelas MIB con respecto a los Testigos, se realizaron correlaciones entre la cantidad de frutos de la nueva fructificación infestados en parcelas MIB y la cantidad de frutos residuales no repelados. La figura 15 presenta una buena correlación (coeficiente = 89%) que indica que los cafetos sobre los cuales quedaron muchos frutos residuales, son ahora más infestados que los demás. Existe entonces una relación directa entre repela incompleta y alto nivel de infestación.

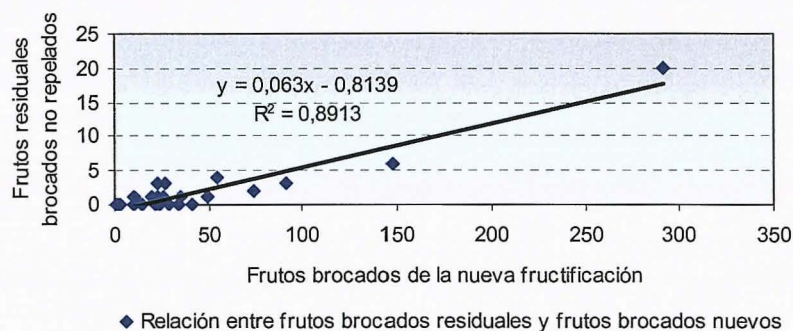


Fig. 15 Correlación entre cantidad de frutos residuales no repelados y nivel de infestación

5.3. RESULTADOS DE LA FINCA "BARON HALL" (JAMAICA)

5.3.1. Características del clima (datos mensuales solamente)

El clima de la finca "Baron Hall" se caracteriza por un período de post-cosecha ligeramente lluvioso (de enero hasta abril). La época lluviosa empieza en junio con lluvias continuas hasta diciembre. Sin embargo el mes de agosto es más seco (Fig. 16). Los datos mensuales de lluvia no permiten caracterizar el clima con precisión.

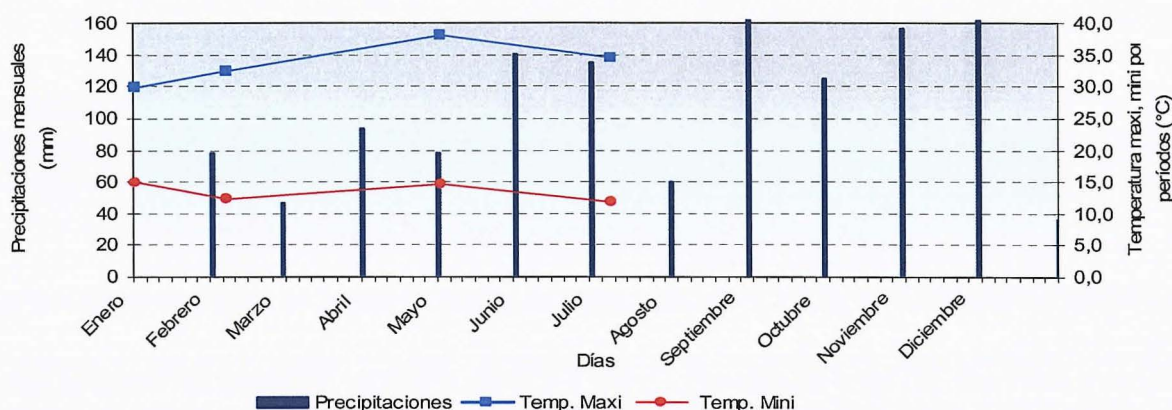


Fig. 16: Precipitaciones mensuales y temperatura mínima y máxima en la finca "Baron Hall" (Jamaica) y períodos de floración

5.3.1. Niveles de infestación de la broca después de la repela y antes del trampeo

Los niveles de infestación se estudiaron solamente en las parcelas MIB sin diferenciar frutos del suelo y de la planta (Fig. 17). En realidad quedaron grandes cantidades de frutos residuales sobre las ramas de las parcelas MIB, lo que indica que la repela no ha sido estricta.

La poda de los cafetos con descope es una característica de manejo agronómico en Jamaica. Esta técnica favorece el crecimiento de muchas ramas a partir del corte entre las cuales se acumulan hojas secas y frutos (Foto 5). Por lo general, estos frutos bastante escondidos no se recolectan. La mayoría son brocados y constituyen una verdadera fuente de broca colonizadora.

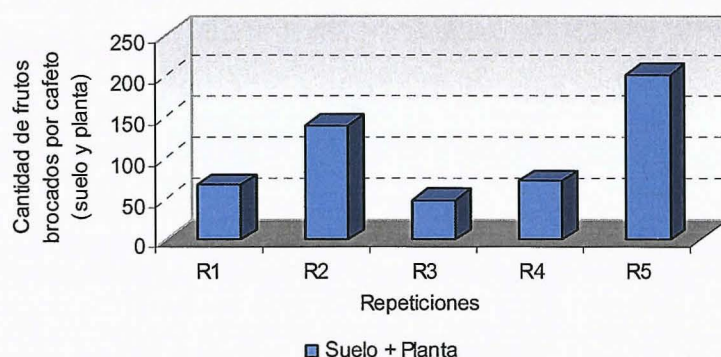


Fig. 17 Frutos residuales brocados por café, en las parcelas MIB, después de la repela



Foto 5 Frutos acumulados entre las ramas

5.3.2. Captura de broca en las parcelas MIB

La captura presenta dos picos distintos casi similares en intensidad que corresponden a dos oleadas de migración (Fig. 18). Por falta de información sobre las precipitaciones diarias, no se puede relacionar los picos de migración con las caídas de lluvia. El

para el control de la broca ya que estas migraciones pueden alcanzar la nueva fructificación.

Sin embargo, la intensidad de migración es bastante baja: el pico más alto es aproximadamente igual al pico más bajo observado en la finca “La Esmeralda” en El Salvador.

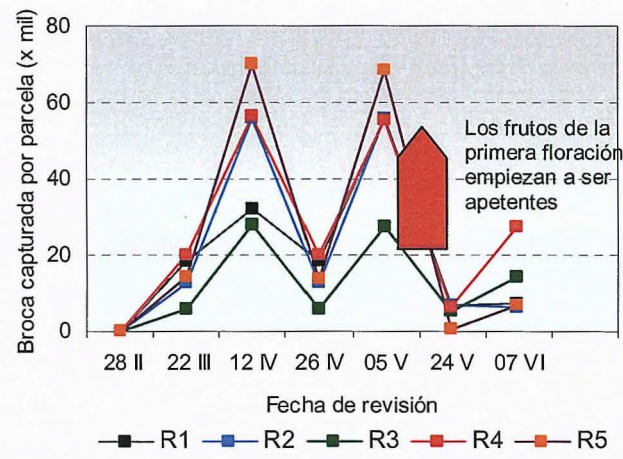


Fig. 18 Captura de broca en las cinco parcelas MIB

5.3.3. Niveles de infestación sobre la nueva fructificación y eficacia del control

Los resultados presentados en la figura 19 indican que el control de tipo MIB es muy variable de una parcela a otra. En dos repeticiones el nivel de infestación es superior al Testigo. No hay diferencia significativa, no hay resultado concreto. Hay que precisar que el Testigo es una parcela única sin repetición y rodeada de parcelas donde se aplicó un control químico contra la broca.

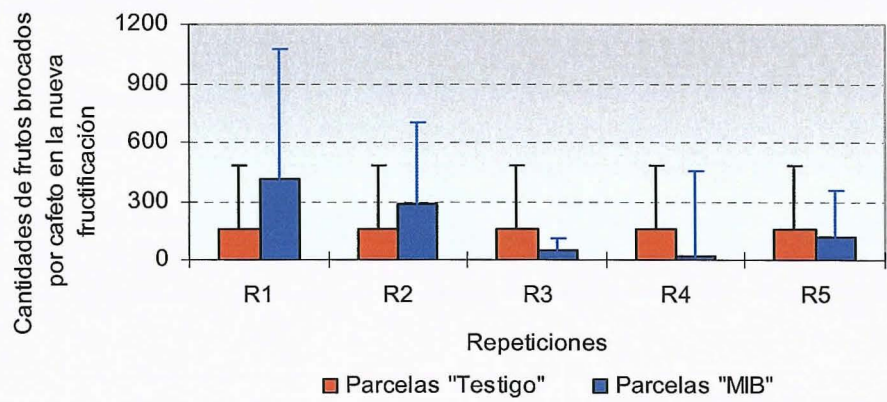


Fig. 19 Cantidad de frutos brocados por café sobre la nueva fructificación, en las parcelas Testigo y MIB

5.4. RESULTADOS DE LA FINCA “LA CUMBRE” (REPUBLICA DOMINICANA)

5.4.1. Características del clima

El clima de la finca “La Cumbre” se caracteriza por un período de post-cosecha bastante seco con algunas lluvias en enero, febrero y marzo y un periodo lluvioso empezando desde abril pero intercalado con días sin lluvia (Fig. 20). De manera general, en “La Cumbre” existe una buena distribución anual de las precipitaciones, con menos continuidad que la de la finca “Francis Gómez”.

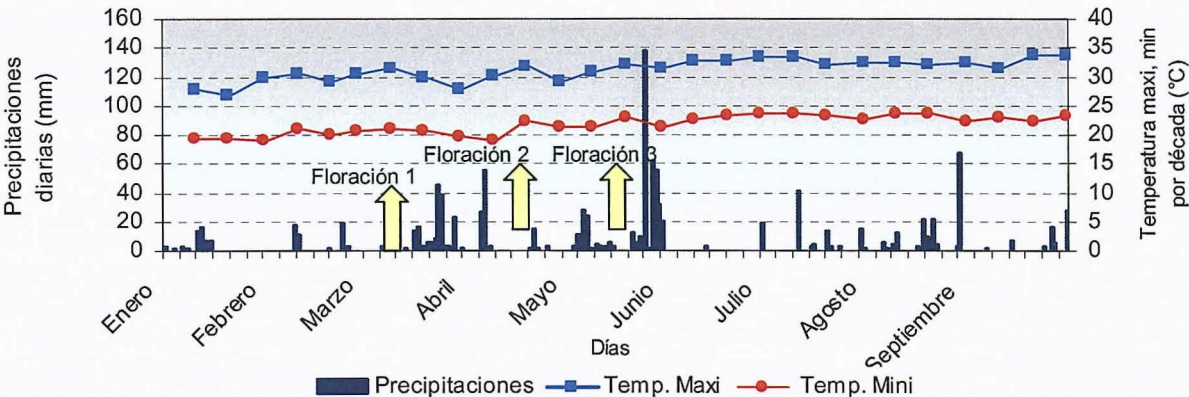


Fig. 20 Precipitaciones diarias y temperatura mínima y máxima por década en la finca “La Cumbre” (Republica Dominicana) y periodos de floración

5.4.2 Niveles de infestación de la broca después de la repela y antes del trampeo

Los niveles de infestación en las parcelas MIB y Testigo son bastante bajos (Fig. 21 y 22). Sin embargo la presencia de frutos brocados sobre las plantas de las parcelas MIB indica que la repela no ha sido estricta.

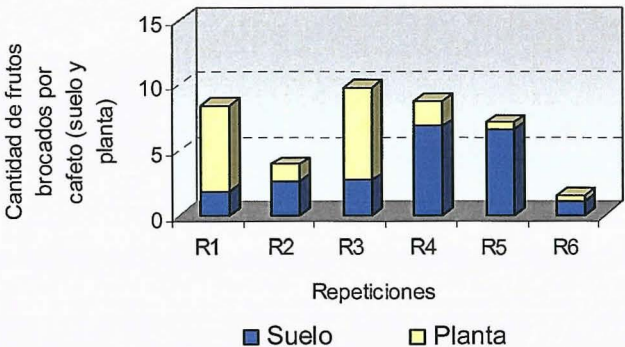


Fig. 21 Frutos residuales brocados por café, en las parcelas Testigo

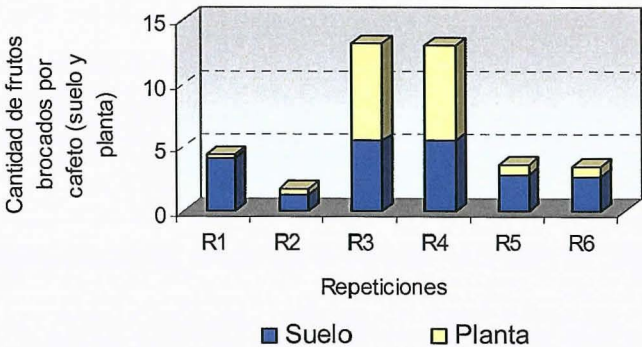


Fig. 22 Frutos residuales brocados por café, en las parcelas MIB después de la repela

5.4.3. Captura de broca en las parcelas MIB

La captura presenta un solo pico de captura que corresponde a una oleada de migración (Fig. 23) que coincide con la caída de algunas lluvias seguidas. Tal como lo hemos visto en el caso de la finca “La Esmeralda”, este pico ubicado en abril, está muy alejado del periodo durante el cual los frutos de la primera floración empiezan a ser apetentes. Es muy favorable al control de la broca ya que estas migraciones no pueden alcanzar la nueva fructificación.

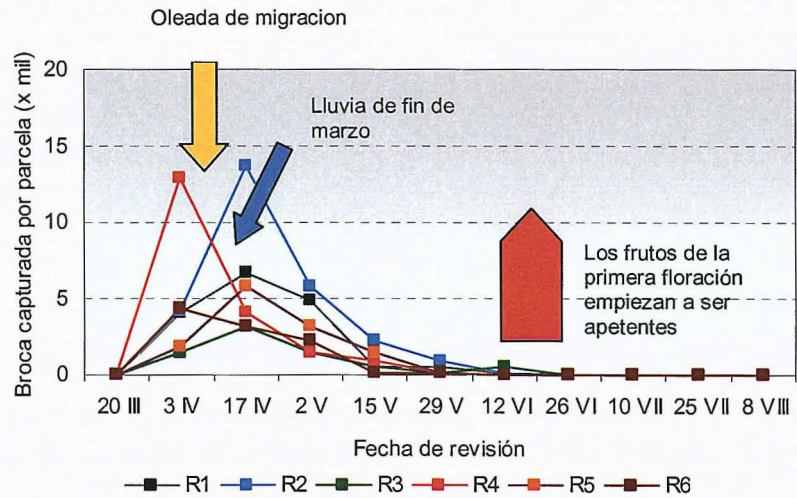


Fig. 23 Captura de broca en las cinco parcelas MIB

5.4.4. Niveles de infestación sobre la nueva fructificación y eficacia del control

Los resultados presentados en la figura 24 indican que el control de tipo MIB no es muy diferente del Testigo. El análisis de varianza confirma esta observación. Entonces, no se ve el efecto del MIB.

No se presentan aquí los resultados sobre las cantidades de broca por planta porque tienen la misma tendencia.

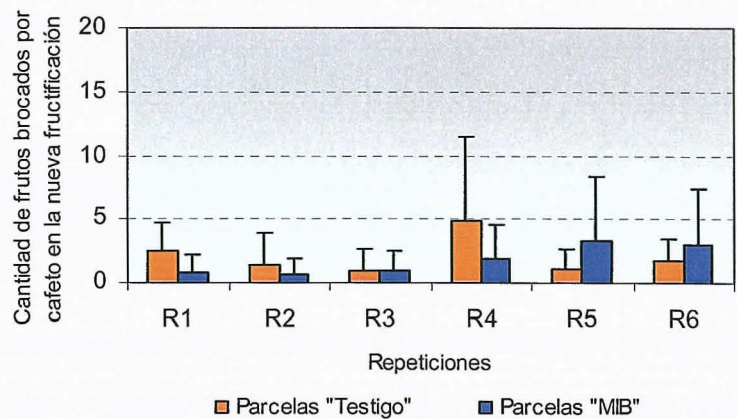


Fig. 24 Cantidad de frutos brocados por cafeto sobre la nueva fructificación, en las parcelas Testigo y MIB

6. DISCUSION SOBRE LOS RESULTADOS DE LOS CUATRO ENSAYOS

Este estudio de validación del manejo integrado de la broca (MIB) se realizó en forma de red de ensayos en cuatro países miembros de PROMECAFE. El objetivo era de evaluar el MIB, aplicando tres componentes: trampeo, repela estricta y control agronómico. En realidad se aplicaron solamente los dos primeros. El tercer componente no se aplicó o se aplicó parcialmente por falta de personal disponible al momento adecuado.

Los sitios experimentales se caracterizan por condiciones bastantes similares en cuanto al manejo agronómico pero se nota diferencias climáticas, especialmente el ritmo de las precipitaciones en el transcurso del año. Así, en la zona de la finca “Francis Gómez” en Honduras, las lluvias son muy frecuentes todo el año. En cambio, la finca “La Esmeralda” en El Salvador presenta una alternancia de dos periodos seco y lluvioso. El clima puede modificar las fechas de floración y por lo tanto modificar el proceso de maduración de los frutos, pero no afecta verdaderamente la migración de la broca. Los principales picos de migración se ubican en el transcurso del mes de abril.

- **El MIB resulto eficiente solo en El Salvador**, con un nivel de control de 70% aproximadamente. Sin embargo, si comparamos este resultado de eficacia con el del año 2006 que alcanzó 90% (Dufour et al., 2007), se nota una diferencia de 20% que corresponde al efecto de la aplicación de un tercer componente: el control agronómico que incluye poda racional y ordenamiento de las parcelas).

¿Como explicar los resultados de Honduras, Jamaica y Republica Dominicana?

- **En la finca “Francis Gómez” de Honduras**, dos factores afectaron el MIB: la falta de poda y la repela incompleta.

En su cuarto año de recepa, los cafetos de las parcelas experimentales presentaron una alta densidad de hojas y muchas ramas secas, las cuales ocuparon mucho espacio a dentro de las parcelas. Por lo tanto estas parcelas fueron poco aireadas y poco accesibles, lo que afectó la realización de la repela. Así, muchos frutos secos quedaron sobre las ramas como fuente de broca colonizadora para la nueva fructificación.

- **En la finca “Baron Hall” de Jamaica**, tres factores afectaron el desarrollo del MIB y sus resultados: la repela incompleta, la precocidad de la primera floración y el tamaño inadecuado del bloque testigo del diseño experimental.

- En el proceso de repela no se contempló la recolección de los frutos especialmente los acumulados a nivel del corte del eje principal (zona del descope). En este sentido, son grandes cantidades de brocas que sobrevivieron hasta la colonización de la nueva fructificación.

- Por otro lado, hay que tomar en cuenta el estado de maduración avanzado de los frutos provenientes de la primera floración que coincidió con la segunda oleada de migración de la broca. Así, una parte de la fructificación prematura fue infestada.

- En cuanto al diseño experimental, le faltó un área “Testigo” de mayor tamaño para poder realizar un muestreo con buena precisión. Este aspecto depende mucho de la decisión de los responsables de la finca. En el futuro, valdría la pena discutir el diseño con ellos antes de iniciar los ensayos para asegurarse de la disponibilidad de las áreas adecuadas.

- **En la finca “La Cumbre” de República Dominicana**, dos factores afectaron el MIB: el bajo nivel de infestación de broca en toda la finca al momento de iniciar el ensayo y la repela incompleta en las parcelas MIB.

- Cuando se delimitaron las parcelas del ensayo, el programa de repela de la finca estaba en proceso, lo que generó una reducción general del nivel de infestación. Luego, se capturó poca broca en el transcurso del trampeo y el nivel final de infestación fue bastante bajo en las parcelas de los dos tratamientos (de 0.58 a 4.96 frutos/planta).

- La repela complementaria en las parcelas MIB no logro eliminar la totalidad de los frutos residuales y por lo tanto, no marcar la diferencia con las parcelas Testigo.

7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

Este trabajo de validación en varias localidades de la región mesoamericana, nos ha permitido, por un lado, observar el comportamiento de la broca en el marco de un manejo integrado reducido a dos componentes y por otra parte, identificar los aspectos a mejorar en la aplicación de este método de control. Por falta de datos específicos, no se estudiaron los aspectos económicos. Sin embargo, la información presentada en el folleto dedicado al MIB con tres componentes (Dufour, 2008) nos indica que la verdadera inversión corresponde al costo del trampeo (trampas, difusores y manejo de las trampas).

En las fincas “La Esmeralda”, “Francis Gómez” y “La Cumbre”, la fenología del cafeto siguió el mismo esquema de floración y fructificación del café. Igualmente, la broca residual de post cosecha presentó una fase similar de multiplicación hasta iniciar una migración bastante agrupada en el mes de abril. Este esquema de migración es el que más se ha observado en El Salvador estos últimos diez años, dando apreciables resultados para el trampeo (Dufour et al., 2000). En “Baron Hall” se observó una migración en forma de dos picos de igual intensidad que aumentó la probabilidad de infestación directa de la nueva fructificación. Valdría la pena seguir estudiando la migración en esta finca para determinar el origen de la broca del segundo pico y buscar soluciones para eliminarlo.

Los resultados de la repela estricta fueron demostrativos en la finca “La Esmeralda” ya que se eliminaron los sitios de refugio de la broca de las primeras migraciones y por lo tanto se cortó el ciclo de estas poblaciones de broca (Dufour, 2008). En las otras fincas, muchos frutos residuales quedaron sobre las ramas afectando definitivamente el proceso de control. Por otro lado, por no aplicar adecuadamente el componente “control agronómico” el potencial de control del MIB se redujo. En este sentido, el rol de este tercer componente se justifica.

Finalmente, analizando y comparando los resultados de este proyecto, aparece que no son suficientes para poder validar la propuesta inicial.

Para futuros ensayos, será necesario:

- aplicar el protocolo de manera más estricta (respetar el dispositivo de muestreo y las fechas de actividades),
- controlar el desarrollo y la calidad de las diferentes actividades, especialmente la repela,

- asegurar que la programación del trabajo se cumpla sin interferencias con las actividades propias de las fincas,
- integrar absolutamente "el ordenamiento de las parcelas" sabiendo que esta actividad es parte del componente "control agronómico" el cual puede reducir el nivel de infestación de un 20% con respecto a un Testigo (Dufour et al., 2007).

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Baker P.S., Ley C., Balbuena R., Barrera J.F., 1992a. Factors affecting the emergence of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) from coffee berries. *Bull. of Ent. res.* **82**: 145-150.

Baker P.S., Barrera J.F., Rivas A., 1992b. Life history studies of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera, Scolytidae) on coffee trees in Southern Mexico. *J. Appl. Ecol.*, **29**: 656-662.

Bergamin J., 1943. Contribuição para conhecimento da biologia da broca do café "*Hypothenemus hampei* (Ferr. 1867)" (Coleoptera, Ipidae). *Arq. Inst. Biol.*, **14**: 137-148.

Dufour B.P., 2008. Manejo de la broca el café diseñado con tres componentes. Folleto de divulgación, ed. IICA/PROMECAFE, CIRAD, MAE/Francia y PROCAFE, San Salvador, abril 2008, 8 p.

Dufour B.P., González M.O., Frérot B., 2000. Piégeage de masse du scolyte du café *Hypothenemus hampei* Ferr. (Col., Scolytidae) en conditions réelles: premiers résultats. *Actes de la 18^{ème} Conférence Internationale sur la Science du Café ASIC 1999*, Helsinki Finlande, Ed. ASIC mars 2000, 480-491.

Dufour B.P., González M.O., Mauricio J.J., Chávez B.A., Ramírez Amador R., 2004. Validation of coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferr.) trapping with the BROCAP[®] trap. *Poster in proceeding of 20th International Conference on Coffee Science, ASIC 2004*, Bangalore, India, CD-rom.

Dufour B.P., Franco Franco F., Hernández A., 2007. Evaluación del trampeo en el marco del manejo integrado de la broca del café. In: Memoria: La Broca del Café en América Tropical: Hallazgos y Enfoques, Workshop Internacional, Junio 2007, Acapulco, Guerrero, México. Ed. por Barrera JF, García A, Domínguez V, Luna C., ECOSUR y Soc. Mex. Ent., México, 89-99.

Rémond F., 1996. Mise au point de methodes d'échantillonnage pour estimer les attaques des fruits du caféier par le scolyte (*Hypothenemus hampei* Ferr.) *Thèse de Doc. Univers. Montpellier, France*, 279 p + annexes.

Rémond F., Cilas C., Dufour B., Bernadette L., Decazy B., 1995. Comparaison de méthodes d'échantillonnage du scolyte du fruit du caféier (*Hypothenemus hampei*

Ferr.). *Actes de la 16^{ème} Conférence Internationale sur la Science du Café ASIC 1995, Kyoto, Japon, 1999, Ed. ASIC 1995, 645-654.*

Rémond F., Cilas C., Vega Rosales M.I., González M.O., 1993. Méthodologie d'échantillonnage pour estimer les attaques des baies du caféier par les scolytes (*Hypothenemus hampei* Ferr.). *Café Cacao Thé*, vol 37, 1: 35-52.